

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11013455 A**

(43) Date of publication of application: **19.01.99**

(51) Int. Cl

F01N 3/02
B01D 46/42
B01D 46/46

(21) Application number: **09179125**

(22) Date of filing: **20.06.97**

(71) Applicant: **ISUZU CERAMICS**
KENKYUSHO:KK

(72) Inventor: **OGUSHI AKIHIDE**

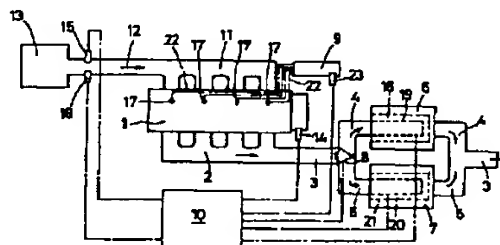
(54) DIESEL PARTICULATE FILTER DEVICE
EQUIPPED WITH CLOGGING DETECTOR

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a diesel particulate filter device equipped with a clogging detector which reduces the extent of fuel consumption to carry out a filter regeneration properly according to a depositional quantity by detecting an amount of generation of particulates in conformity to an engine driving state in a highly accurate manner.

SOLUTION: A controller 10 permeasures each clogging state of two filters 18 and 20 due to particulates by each detection signal from sensors 14, 15, 16 and 23 detecting an engine having state to be varied according to the elapse and an amount of generation of these particulates per unit time determined by measurement in advance is integrated, and thus this clogging state is judged by what a collective quantity of particulates integrated is reached to the specified value.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-13455

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月19日

(51) IntCl.⁸

F 0 1 N 3/02

B 0 1 D 46/42

46/46

識別記号

3 4 1

F I

F 0 1 N 3/02

B 0 1 D 46/42

46/46

3 4 1 D

3 4 1 M

A

B

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-179125

(22) 出願日

平成9年(1997) 6月20日

(71) 出願人 000125934

株式会社いすゞセラミックス研究所
神奈川県藤沢市土郷8番地

(72) 発明者 大串 彰秀

神奈川県横浜市青葉区奈良町161-2 サ
ンライフB102

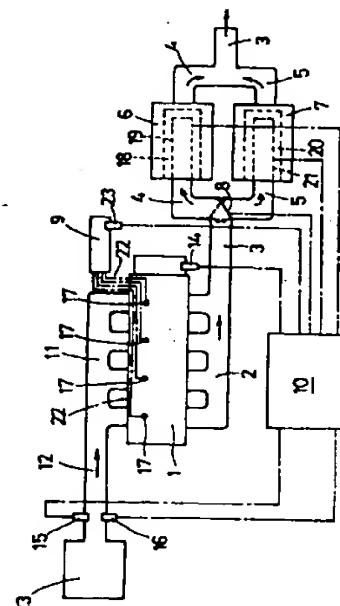
(74) 代理人 弁理士 尾仲 一宗 (外1名)

(54) 【発明の名称】 目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、エンジン運転状態に応じてパティキュレート発生量を高精度に検出し、堆積量に応じて適正にフィルタ再生を行って燃費を低減する目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置を提供する。

【解決手段】 コントローラ10は、パティキュレートによるフィルタ18、20の目詰まり状態を、時間経過に応じて変化するエンジン運転状態を検出するセンサ14、15、16、23からの検出信号によって、予め測定して決定した単位時間当たりのパティキュレート発生量を積算し、積算されたパティキュレートの捕集量が所定値に達したことによって判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディーゼルエンジンの排気管に連通する排気ガス通路、該排気ガス通路に配置された耐熱性のフィルタ、前記フィルタに対して配置されたパティキュレートを加熱焼却する加熱手段、及び前記フィルタに捕集されたパティキュレートによる前記フィルタの目詰まり状態に応答して前記加熱手段を働かせて前記パティキュレートを加熱焼却する制御を行うコントローラを具備し、前記コントローラは、前記パティキュレートによる前記フィルタの目詰まり状態を、時間経過に従って変化

するエンジン運転状態を検出するセンサからの検出信号によって、予め測定して決定された単位時間当たりのパティキュレート発生量を基にしてパティキュレート発生量を積算し、積算された前記パティキュレート発生量が所定値に達したことによって判定することを特徴とする目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置。

【請求項2】 前記エンジン運転状態を検出する前記センサはエンジン回転速度と燃料流量とを検出するセンサから構成されていることを特徴とする請求項1に記載の目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置。

【請求項3】 前記エンジン運転状態を検出する前記センサは吸気圧を検出する吸気圧センサと吸気温度を検出する温度センサとから構成され、前記パティキュレートによる前記フィルタの目詰まり状態は前記吸気圧センサと前記温度センサによって検出された吸気圧と吸気温度に

応答して補正されることを特徴とする請求項2に記載の目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、ディーゼルエンジンから排出される排気ガス中のパティキュレートを捕集して該パティキュレートを加熱焼却する自己再生機能を有する目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、ディーゼルエンジンから排出される排気ガス中のパティキュレートの大部分は、カーボンと炭化水素（HC）の合成物であり、その大きさは、通常、数 μm ～数十 μm である。ところで、ディーゼルパティキュレートフィルタ装置で捕集されたパティキュレートは、酸素が存在して約600℃以上に加熱されると、酸素と反応して容易に燃焼して焼却できるが、そのためには熱源が必要であり、排気ガス自信を熱源としては温度が不十分であり、パティキュレートを完全に燃焼させることができない。

【0003】 従来のディーゼルパティキュレートフィルタ装置は、排気通路にフィルタが設けられ、排気ガス中

のパティキュレートを効率良く捕集し、ある程度の時間が経過してフィルタにパティキュレートが堆積してフィルタが目詰まり状態になった時に、加熱手段を働かせてフィルタに捕集されているパティキュレートを加熱焼却し、フィルタの再生を行うものである。一般に、ディーゼルパティキュレートフィルタ装置は、フィルタの面積が大きく構成され、フィルタの前面部等にパティキュレートが堆積されて捕集され、その堆積したパティキュレートを加熱焼却するため、フィルタに対して加熱手段が設けられている。

【0004】 例えば、実開平1-144427号公報に開示されたディーゼルパティキュレートフィルタ装置は、排気ガスをフィルタ本体に通し、該フィルタ本体で排気ガス中のカーボン、HC等のパティキュレートを捕集し、フィルタ本体にパティキュレートが堆積して目詰まりした場合に、フィルタ本体に排気ガスを流すのを遮断し、別のフィルタ本体に排気ガスを流すように切り換え、目詰まりしたフィルタ本体の下流側から空気を送り込み、フィルタ本体を加熱して目詰まりしているパティキュレートを加熱焼却するものである。

【0005】 また、特開平6-123216号公報には、ディーゼルパティキュレートフィルタの異常検出装置が開示されている。該異常検出装置は、ディーゼルエンジンの回転数を計測する回転検知手段、フィルタ素子に作用する圧力を計測する圧力検知手段、及び計測された回転数と圧力に基づいてフィルタ素子の状態を識別する識別回路を有している。識別回路は、リセット後に積算したディーゼルエンジンの通算運転時間とその時の回転数とに基づいて圧力の期待値を求める基準値回路と、該期待値にその時の圧力を比較して、該期待値の許容範囲に満たない場合に異常検知信号を出力する比較回路とを有している。

【0006】 更に、特開昭60-85214号公報には、内燃機関用フィルタ再生装置が開示されている。該フィルタ再生装置は、排気管に設けられた排気中のパティキュレートを捕集するフィルタ、フィルタの上流側と下流側に設けられた圧力センサ、圧力センサの出力の交流変動成分をそれぞれ分離する電気的フィルタ、各電気的フィルタの出力の比を演算する演算回路、フィルタを再生する再生機構を備え、演算回路の出力に基づいて再生機構を動作させるものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、ディーゼルパティキュレートフィルタ装置では、フィルタの目詰まり状態を検出するのに、その状態の検出精度が問題になる。フィルタの目詰まり状態の判定検出時期が早過ぎると、加熱手段によるフィルタに対する加熱回数が不必要に増加し、加熱手段を働かせるための電力等のエネルギーの消費が増加すると共に、パティキュレートが余り堆積していない時にでもフィルタを加熱することになっ

てフィルタの耐久性を低下させることになる。特に、ディーゼルパティキュレートフィルタ装置に設けた加熱手段をバーナや外部電力によって構成していないタイプでは、エンジンに設けている交流発電機やバッテリーからの電力供給になるので、エンジンの燃費の悪化を招くことになる。また、フィルタの目詰まり状態の検出時期が遅過ぎると、フィルタへのパティキュレートの堆積が多過ぎてエンジンの排気圧損失が増加することになり、結果的に、燃費の悪化を招くことになる。

【0008】一般に、車両等の移動体では、電気エネルギーはバッテリーから供給されるので、該バッテリーからの電力で通電加熱等の加熱ヒータに通電してフィルタに捕集されているパティキュレートを加熱するには電気エネルギーが不足することになる。そこで、ディーゼルパティキュレートフィルタ装置として、パティキュレートの加熱焼却時期を適正にコントロールし、加熱手段への通電する期間を適正に低減させ、加熱手段へ供給する電力を最小限に抑えることができ、電力消費を節減でき、燃費を低減できることが考えられる。また、上記特開平6-123216号公報や特開昭60-85214号公報に開示されたディーゼルパティキュレートフィルタ装置では、フィルタの目詰まり状態の検出が、車両の走行に従ってエンジン回転数や負荷が刻々と変動し、また、排気通路に設けられたフィルタの目詰まり状態が排気管等の熱容量により、排気ガス流量が変化し、フィルタ素子に作用する圧力が変動するため、フィルタの目詰まり状態の検出の判定に精度を要求することができないものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の目的は、上記の問題を解決することであり、排気ガス中のパティキュレートをフィルタで捕集するに当たってフィルタの目詰まり状態をエンジンの作動状態即ち運転状態にตอบสนองしてコントローラで積算して目詰まり時期を検出し、パティキュレート発生量即ちフィルタへの所定のパティキュレート堆積量にตอบสนองして加熱手段を働かせ、パティキュレートを加熱焼却し、加熱手段で消費する電力を低減して燃費を向上させることができる目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置を提供することである。

【0010】この発明は、ディーゼルエンジンの排気管に連通する排気ガス通路、該排気ガス通路に配置された耐熱性のフィルタ、前記フィルタに対して配置されたパティキュレートを加熱焼却する加熱手段、及び前記フィルタに捕集されたパティキュレートによる前記フィルタの目詰まり状態にตอบสนองして前記加熱手段を働かせて前記パティキュレートを加熱焼却する制御を行うコントローラを具備し、前記コントローラは、前記パティキュレートによる前記フィルタの目詰まり状態を、時間経過に従って変化するエンジン運転状態を検出するセンサからの

検出信号によって、予め測定して決定された単位時間当たりのパティキュレート発生量を基にしてパティキュレート発生量を積算し、積算された前記パティキュレート発生量が所定値に達したことによって判定することの特徴とする目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置に関する。

【0011】また、前記エンジン運転状態を検出する前記センサは、エンジン回転速度と燃料流量とを検出するセンサから構成されているものである。

【0012】更に、前記エンジン運転状態を検出する前記センサは、吸気圧を検出する吸気圧センサと吸気温度を検出する温度センサとから構成され、前記パティキュレートによる前記フィルタの目詰まり状態は前記吸気圧センサと前記温度センサによって検出された吸気圧と吸気温度にตอบสนองして補正されるものである。

【0013】この発明によるディーゼルパティキュレートフィルタ装置は、上記のように構成されているので、ディーゼルエンジンから排出されるパティキュレートそのものの量を吸気圧、吸気温度、エンジン回転速度及び燃料噴射量を検出してコントローラによって単位時間毎に計算し、逐次に発生したパティキュレート発生量を積算し、フィルタの目詰まり時期を決定し、フィルタへのパティキュレートの堆積量が所定値に達した時に加熱手段を働かせてパティキュレートを加熱焼却し、フィルタを再生することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明による目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置の実施例を説明する。図1はこの発明による目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置を組み込んだディーゼルエンジンの一実施例を示す概略系統図、及び図2はエンジン運転条件におけるパティキュレート発生量を測定するためのディーゼルエンジンの回転速度と燃料流量との関係を示すグラフである。

【0015】このディーゼルパティキュレートフィルタ装置を組み込んだディーゼルエンジン1は、例えば、多気筒エンジンであり、エアフィルタ13を通じて取り入れられた空気即ち吸気が吸気通路12から吸気マニホールド11を通じて各気筒の燃焼室へ供給され、各燃焼室には燃料噴射ポンプ9の作動によって燃料が燃料供給通路22を通じて燃料噴射ノズル17から噴射され、また、各燃焼室で発生した排気ガスが排気マニホールド2で集合され、集合された排気ガスが排気ガス通路3を通じて排出される。

【0016】排気ガス通路3は、その途中が一对の排気ガス通路4、5に分岐されている。排気ガス通路3からの排気ガスをいずれか一方の排気ガス通路4又は5に流すように、分岐部にはコントローラ10の指令で切り換えられる切換弁8が設けられている。各排気ガス通路

10

20

30

40

50

4, 5には、ディーゼルパティキュレートフィルタ6, 7がそれぞれ配置されている。ディーゼルパティキュレートフィルタ6, 7には、排気ガス通路4, 5にそれぞれ組み込まれたケーシング内にそれぞれ配置された排気ガスを浄化する耐熱性のフィルタ18, 20, 及び加熱手段を構成する加熱ヒータ19, 21が設けられている。ディーゼルパティキュレートフィルタ6, 7を通過した浄化された排気ガスは、排気ガス通路4, 5から排出され、排気ガス通路3に集合されて大気等の外部へ排出される。

【0017】このディーゼルパティキュレートフィルタ装置は、吸気通路12に設けられた吸気の温度Tを検出する吸気温度センサ16, 及び吸気通路12に設けられた吸気圧Pを検出する吸気圧センサ15を有している。更に、このディーゼルパティキュレートフィルタ装置は、エンジン1の回転速度Rを検出するエンジン回転センサ14, 及び燃料噴射ポンプ9から燃料噴射ノズル17を通じて燃焼室に噴射される燃料噴射量即ち燃料流量Fを検出する燃料流量センサ23を有している。燃料流量センサ23は、燃料噴射ポンプ9に設けられ、燃料噴射ポンプ9から供給された燃料流量Fを直接測定して検出することができる。

【0018】このディーゼルパティキュレートフィルタ装置において、コントローラ10は、切換弁8をディーゼルパティキュレートフィルタ6又は7のいずれか一方に排気ガスを流すように切り換える。コントローラ10は、排気ガスが流れる方のフィルタ18又は20に堆積したパティキュレート堆積量即ち発生量をエンジン運転状態にตอบสนองして計算し、フィルタ18又は20のパティキュレートの堆積量が所定量に達した時に、切換弁8を切り換え、他方のフィルタ18又は20に排気ガスを流すと共に、パティキュレートが堆積した方のフィルタ18又は20の加熱ヒータ19又は21に通電し、フィルタ18又は20に堆積したパティキュレートを加熱焼却する制御を行う。

【0019】このディーゼルパティキュレートフィルタ装置は、フィルタ18, 20に捕集されたパティキュレートによるフィルタ18, 20の目詰まり状態は、次のようにして検出することができる。コントローラ10は、パティキュレートによるフィルタ18, 20の目詰まり状態を、特に、エンジン作動状態を検出する各センサ14, 15, 16, 23からの検出信号によって、予め測定して決定されたパティキュレート発生量を積算し、積算されたパティキュレートの捕集量が所定値に達したことによって判定するものである。このディーゼルパティキュレートフィルタ装置では、エンジン運転状態として、エンジン回転速度R、燃焼室への燃料噴射量F、吸気圧P及び吸気温度Tを検出するように構成されている。

【0020】一般的に、ディーゼルエンジン1から排出

される排気ガス中のパティキュレートの発生量Xは、吸気圧Pと吸気温度Tとエンジン回転速度R、燃料流量F及び燃料の噴射タイミングによって異なるものである。市販されているディーゼルエンジンは、これらの関係が既に測定され、特に、 NO_x , CO, スモーク等の発生量が最小になるように、燃料噴射タイミングが設定されている。従って、エンジン回転速度Rと燃料流量Fが変化すれば、それらの値をコントローラ10に入力して計算させれば、パティキュレートの発生量Xが計算されることになる。通常、エンジンのベンチ試験では、吸気を標準状態（気圧：760mmHg, 温度：20℃, 湿度：65%）にしてパティキュレートを測定する。吸気が標準状態でもエアクリナ通過の際、抵抗や吸気管からの受熱により、吸気圧及び吸気温度が標準状態と同一の値にならず、異なった値となる。そこで、以下の記載では、大気の状態が標準状態の時に測定される吸気圧をP、吸気温度をTとした場合に、大気の状態が標準状態以外の場合の吸気圧を P_1 、吸気温度を T_1 として区別して説明する。

【0021】即ち、ディーゼルエンジン1において、燃焼室から排出される排気ガス中に含まれているパティキュレート発生量Xを、大気の状態が標準状態（吸気圧P、吸気温度T）の時の単位時間当たりの発生量とすれば、その値は、エンジン回転速度Rとエンジン負荷即ち燃料流量Fとによって予め測定されている。図2に示すように、横軸にエンジン回転速度Rをとり、縦軸に燃料流量Fをとった場合に、その測定点は無限になるので、いくつかの単位当たりの柵目、例えば、エンジン回転速度Rを10区画（A, B, C, D, E, F, G, H, I及びJ）に区切り、燃料流量Fを10区画（a, b, c, d, e, f, g, h, i及びj）に区切る。大気の状態が標準状態の時（吸気圧P、吸気温度T）のエンジン回転速度Rと燃料流量Fにおける柵目（Aa, Ab, —Fe, Ff, —, Ji, Jj）毎における単位時間におけるパティキュレート発生量を各柵目に対応した値（XAa, XAb, —XFe, XFf, —, XJi, XJj）としてベンチ試験によって予め測定しておく。コントローラ10は、単位時間あたりのエンジンの運転状態におけるエンジン回転速度Rと燃料流量Fに対応する1個の柵目（Aa, Ab, —Fe, Ff, —, Ji又はJj）に対応したパティキュレート発生量（XAa, XAb, —XFe, XFf, —, XJi, XJj）の値を記憶し、エンジン運転期間にそれらの値を積算することによって積算値を計算し、その値をパティキュレートの合計の発生量 ΣX としてコントローラ10のメモリーに記憶させておけば、あるエンジン運転条件におけるパティキュレートの合計の発生量 ΣX をコントローラ10から出力することができる。

【0022】更に、ディーゼルエンジン1では、真の単位時間当たりのパティキュレート発生量Yはエンジン回

転速度 R と燃料流量 F の他の運転条件として、吸気圧 P_1 と吸気温度 T_1 とによって異なるので、真の単位時間当たりのパティキュレート発生量 Y を吸気圧 P_1 と吸気温度 T_1 とで補正する。即ち、パティキュレートの発生量は、燃焼に寄与する酸素の流量に密接に関係している。例えば、吸気温度 T_1 が高いと、吸気即ち空気の密度は低くなり、結果的に酸素の量が低減し、そのためスモーク即ちパティキュレートの発生量が増加する。また、吸気圧 P_1 が高いと、吸気即ち空気の密度が高くなり、酸素の量が増加し、燃焼が盛んになってスモーク即ちパティキュレートの真の発生量 Y が低減する。これらの吸気温度 T や吸気圧 P の運転条件を変化させた時に、所定のエンジンについてパティキュレートの発生量の増減が如何なる値になるかをベンチ試験において計測し、それらの計測されたパティキュレート発生量の増減を、大気の状態が標準状態（吸気圧 P 、吸気温度 T ）の時のパティキュレート発生量 X の係数、即ち、吸気温度補正係数 k_{IT} 及び吸気圧補正係数 k_{IP} として求めておく。それらの係数 k_{IT} 、 k_{IP} を、コントローラ10のメモリーに記憶させておき、コントローラ10がパティキュレート発生量 X を計算する時に乗じるように設定しておけば、真の単位時間当たりのパティキュレート発生量 Y を高精度に測定することができる。

【0023】このディーゼルパティキュレートフィルタ装置は、上記のように、コントローラ10によって大気の状態が標準状態（吸気圧 P 、吸気温度 T ）の時の単位時間当たりのパティキュレート発生量 X が計算されるので、パティキュレートによるフィルタ18、20の目詰まり状態は、吸気圧センサ15によって検出された吸気圧 P_1 と吸気温度センサ16によって検出された吸気温度 T_1 にตอบสนองして補正されるように構成することができる。即ち、このディーゼルパティキュレートフィルタ装置は、上記の吸気圧 P_1 と吸気温度 T_1 とによって大気の状態が標準状態（吸気圧 P 、吸気温度 T ）の時の単位時間当たりのパティキュレートの発生量 X を補正することによって、フィルタ18、20の目詰まり状態を高精度に検出することができる。ディーゼルエンジン1では、吸気圧 P_1 に応じて真の単位時間当たりのパティキュレートの発生量 Y が異なるものであり、吸気圧補正係数を k_{IP} とする。また、吸気温度 T に応じて真の単位時間当たりのパティキュレートの発生量 Y は異なるものであり、吸気温度補正係数を k_{IT} とすると、真の単位時間当たりのパティキュレート発生量 Y （mmg）は、次のとおりである。即ち、 $Y = X \times k_{IP} \times k_{IT}$ である。

【0024】上記のように、コントローラ10は、エンジン回転速度 R とエンジン負荷即ち燃料流量 F とを測定することによって、大気の状態が標準状態（吸気圧 P 、吸気温度 T ）の時のエンジン運転状態における単位時間辺りのパティキュレート発生量 X （mmg）を計算することができ、それらの値に吸気圧 P_1 及び吸気温度 T_1

から予め求めておいた吸気温度補正係数 k_{IT} 及び吸気圧補正係数 k_{IP} を乗じて高精度に真の単位時間辺りのパティキュレート発生量 Y に補正する。コントローラ10は、それらを時間の経過に応じて積算することによって、真の単位時間辺りのパティキュレート発生量 Y を積算した発生量 ΣY がフィルタ18、20の目詰まりを起こすパティキュレートの所定量に達した時を計算し、その時をフィルタ18、20の目詰まり状態であると判定する制御を行う。上記のように、コントローラ10は、エンジン回転センサ14からのエンジン回転速度 R と燃料流量センサ23からの燃料流量 F とに基づいて、エンジン1から排出されるパティキュレートの発生量 ΣY を高精度に計算することができる。

【0025】

【発明の効果】この発明による目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置は、上記のように構成されているので、車両等の移動体に使用された場合には、パティキュレートを加熱焼却する加熱手段に電力を供給する時に、ディーゼルエンジンで駆動される発電機や車両に搭載したバッテリーから供給することになるが、パティキュレートの加熱焼却時期を適正にコントロールでき、加熱手段への通電する期間が適正に低減され、加熱手段へ供給する電力を最小限に抑えることができ、電力消費を節減でき、エンジンの燃費悪化を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による目詰まり検出装置を備えたディーゼルパティキュレートフィルタ装置を組み込んだディーゼルエンジンの一実施例を示す概略系統図である。

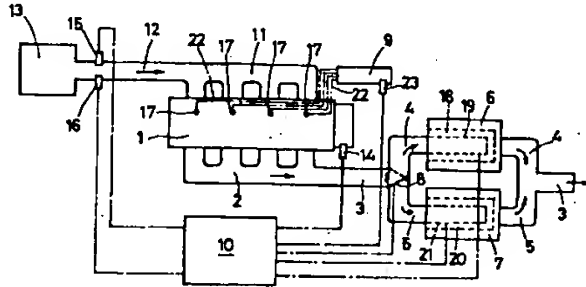
【図2】エンジン運転条件におけるパティキュレート発生量を測定するためのディーゼルエンジンの回転速度と燃料流量との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 ディーゼルエンジン
- 2 排気マニホールド
- 3, 4, 5 排気ガス通路
- 6, 7 ディーゼルパティキュレートフィルタ
- 8 切換弁
- 9 燃料噴射ポンプ
- 10 コントローラ
- 11 吸気マニホールド
- 12 吸気通路
- 13 エアフィルタ
- 14 エンジン回転センサ
- 15 吸気圧センサ
- 16 吸気温度センサ
- 17 燃料噴射ノズル
- 18, 20 フィルタ
- 19, 21 加熱ヒータ
- 22 燃料通路

23 燃料流量センサ

【図1】



【図2】

全負荷燃料流量

J	AJ	BJ	CJ	DJ	EJ	FJ	GJ	HJ	IJ	JJ
I	AI	BI	CI	DI	EI	FI	GI	HI	II	JI
H	AH	BH	CH	DH	EH	FH	GH	HH	IH	JH
G	AG	BG	CG	DG	EG	FG	GG	HG	IG	JG
F	AF	BF	CF	DF	EF	FF	GF	HF	IF	JF
E	AE	BE	CE	DE	EE	FE	GE	HE	IE	JE
D	AD	BD	CD	DD	ED	FD	GD	HD	ID	JD
C	AC	BC	CC	DC	EC	FC	GC	HC	IC	JC
B	AB	BB	CB	DB	EB	FB	GB	HB	IB	JB
A	AA	BA	CA	DA	EA	FA	GA	HA	IA	JA
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

エンジン回転速度 (R) ———